

66-

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-162049

(43)公開日 平成7年(1995)6月23日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 41/083

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

9274-4M

H 0 1 L 41/ 08

Q

審査請求 未請求 請求項の数 1 〇頁 (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-306628

(22)出願日 平成5年(1993)12月7日

(71)出願人 000005267

プラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72)発明者 小林 靖功

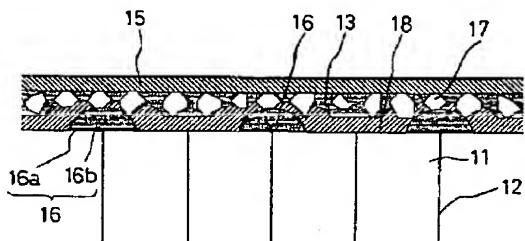
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号プラザー工業株式会社内

(54)【発明の名称】 積層型圧電素子

(57)【要約】

【目的】 電気化学的な密着力に優れ、且つ形状の安定した導電性凸部を形成することにより、素子の切断加工時や駆動時に生じる導電性凸部の剥離や密着不良を防止すると共に、内部電極と外部電極とを確実に接続し、導通不良や絶縁不良を防止することができる積層型圧電素子を提供すること。

【構成】 素子側面に露出する一層おきの内部電極12の端部に、外部電極である銅箔15と電気的に接続する導電性凸部16を形成し、その導電性凸部16を無電解メッキ層16aと、その無電解メッキ層の上に施される電気メッキ層16bとによって構成する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 压電材料と内部電極とが交互に積層されている積層型圧電素子であって、その積層型圧電素子の側面に露出する一層おきの内部電極の端部に形成された導電性凸部と、積層型圧電素子の前記側面上に連続して形成されると共に、前記導電性凸部と異方性導電膜を介して電気的に接続された外部電極とを備え、前記導電性凸部を、内部電極に接続される無電解メッキ層と、その無電解メッキ層の上に施される電気メッキ層とによって構成したことを特徴とする積層型圧電素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、圧電材料の薄膜を多枚数積層し、電圧を印加することにより縦方向の変位を得る積層型圧電素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、積層型圧電素子を製造する場合、圧電シートの全面に電極を印刷して積層する方法が一般的となっている。このような構造の場合、内部電極を一層おきに電気的に接続する必要がある。その一例として、図6及び図7に示すような方法が考えられている。

【0003】 まず、図6(a)に示すように、内部電極72が印刷された膜状の圧電材料71を一層おきに内部電極72の端部が露出するように積層し、焼結して焼結体70を形成する。そして、内部電極72の端部が一層おきに露出している側面に仮の外部電極73、74を塗布し、その仮の外部電極73を陰極として電気メッキを行うと、図6(b)に示すように、電気メッキ法による導電性凸部75が一層おきに形成された状態となる。

【0004】 以下、焼結体70の縦断面図で説明する。図7(c)に示すように、導電性凸部75及び内部電極72の端部に電着塗装法等により樹脂成分76を電着させ、150℃前後で焼き付けすると、図7(d)に示すように、絶縁層77が形成される。

【0005】 一方、図7(e)に示すように、熱圧着が可能で、且つ加圧部分のみ一方向への導電性を持ち、導電性粒子80を含有した異方性導電膜78と、外部電極となる銅箔79とを貼り合わせたものを用意し、図7(f)に示すように、熱圧着すると、異方性導電膜78は導電性凸部75と対向した部分のみが他の部分より高い圧力で部分的に加圧されることになり、その結果、高い圧力で加圧された部分の導電性粒子80が絶縁層77を突き破り、導電性凸部75及び銅箔79と接触することになり、外部電極となる銅箔79、導電性凸部75及び内部電極72が一層おきに電気的に接続される。

【0006】 同様の方法で、反対側の側面で層をずらして一層おきの内部電極と銅箔とを接続した焼結体70は、リード線の取り付け、樹脂外装及び分極処理等の工程を経て完成品となる。

## 【0007】

2

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような積層型圧電素子の製造工程において、導電性凸部75は、幅10~20μmの内部電極72の端部に電気メッキ法で形成されるため、電気メッキ法の性質上、内部電極幅よりもはるかに広い幅で形成されてしまう。その結果、内部電極72の端部の露出の程度及び導電性凸部75の広がりの程度によっては、導電性凸部75が両側に隣接する内部電極72と接触して電気的にショートしたり、あるいは、導電性凸部75の高さが不揃いになりやすくなるため、後工程での異方性導電膜78の熱圧着の際に電気的な接続が不完全になるといった問題点があった。

【0008】 また、電気メッキ法により形成された導電性凸部75は、導電性のある内部電極72との接触面積がごくわずかであり、その大部分が不導体である圧電材料膜71と相接することになるので、電気化学的な密着力はほとんど得られない。このため、後工程で実施される焼結体70の切断加工による加工抵抗や、素子の駆動時に生じる内部応力等により、導電性凸部75が剥離するといった問題点があった。

【0009】 本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、電気化学的な密着力に優れ、且つ形状の安定した導電性凸部を形成することにより、素子の切断加工時や駆動時に生じる導電性凸部の剥離や密着不良を防止すると共に、内部電極と外部電極とを確実に接続し、導通不良や絶縁不良を防止することができる積層型圧電素子を提供することを目的としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため本発明の積層型圧電素子は、圧電材料と内部電極とが交互に積層されている積層型圧電素子であって、その積層型圧電素子の側面に露出する一層おきの内部電極の端部に形成された導電性凸部と、積層型圧電素子の前記側面上に連続して形成されると共に、前記導電性凸部と異方性導電膜を介して電気的に接続された外部電極とを備え、前記導電性凸部を、内部電極に接続される無電解メッキ層と、その無電解メッキ層の上に施される電気メッキ層とによって構成する。

## 【0011】

【作用】 上記の構成を有する本発明の積層型圧電素子は、導電性凸部を、内部電極に接続される無電解メッキ層と、その無電解メッキ層の上に施される電気メッキ層とにより構成しているので、電気化学的な密着力に優れ、且つ形状の安定した導電性凸部を形成することができる。

## 【0012】

【実施例】 以下、本発明を具体化した一実施例を図面を参照して説明する。

【0013】 図1に、本発明の積層型圧電素子の断面図を示す。膜状の圧電材料11と内部電極12とが交互に

重なる積層体の側面において、一層おきの内部電極12の端部に無電解メッキ層16aと電気メッキ層16bとから成る導電性凸部16が形成されている。さらに、絶縁層18が素子の積層方向に全ての圧電材料11にかかるように形成され、その上から導電性粒子17を含む異方性導電膜13が熱圧着されている。このため、導電性粒子17が絶縁層18を突き破り導電性凸部16と接触し、導電性凸部16は異方性導電膜13を介して外部電極となる銅箔15に電気的に接続されている。

【0014】次に、図1に示される積層型圧電素子の製造方法を図2～図5を参照して説明する。

【0015】まず、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)を主成分とする圧電材料を所望の組成に混合した後、850℃で仮焼成した粉末に適量のバインダーと微量の可塑材及び消泡剤を添加し、有機溶媒中に分散させスラリー状にする。このスラリーをドクターブレード法により所定の厚さに成形しグリーンシートとする。このグリーンシート上に内部電極12としてPd(パラジウム)ペーストをスクリーン印刷し、所定寸法に打ち抜いたものを所定枚数積層し熱プレスにより一体化する。脱脂後、約1200℃で焼結を行い、図2に示すように、内部電極12が一層おきに露出するような位置で切断した焼結体21に、仮の外部電極22及び23を塗布焼き付けし、さらに、別の一对の側面24、25が露出するように切断する。

【0016】さらに、焼結体21の一方の側面24において、導電性凸部を形成する以外の部分をテープでマスキングする。即ち、仮の外部電極22、23を塗布した面にマスキングテープを貼り、さらに、他方の側面25全体にもマスキングテープを貼る。

【0017】そして、図3(a)～(d)に示す方法で無電解メッキ層16aと電気メッキ層16bとから成る導電性凸部16を形成する。

【0018】まず、図3(a)に示すように、マスキングされていない側面24上に露出した内部電極12上に一層おきにレジスト31をスクリーン印刷する。圧電材料11の膜厚が80μm、内部電極12の幅が10μmの場合、レジスト31は幅110～120μm程度に塗布するのが望ましい。

【0019】次に、セラミックス上にメッキする場合の通常の前処理、即ち、フッ酸系のエッチング液による化学エッチング、エッチング面に還元剤を吸着させるセンシタイジング、そして、触媒能のある金属を析出、活性化させるアケチベーティング等の処理を行った後、無電解メッキを施し、図3(b)に示すように、他の一層おきの内部電極12の端部に無電解メッキ層16aを形成する。ここで、先に述べた条件でレジスト31を幅110～120μmに塗布した場合、無電解メッキ層16aの幅は60～70μm程度となる。また、無電解メッキには通常ニッケルメッキあるいは銅メッキが用いられ、

上記処理を施して形成された無電解メッキ層16aは、圧電材料11及び内部電極12と強固に密着する。

【0020】さらに、図3(c)に示すように、適当な溶剤でレジスト31を除去した後、図3(d)に示すように、無電解メッキ層16a上に電気メッキ層16bを電気メッキ法により形成する。この電気メッキ層16bは、一般的ニッケルメッキによく、-具体的には、メッキ浴にスルファミン酸ニッケル浴を用い、仮の外部電極22を陰極として電流密度1～5A/dm<sup>2</sup>で数十分実施すると、仮の外部電極22につながる内部電極12及び無電解メッキ層16a上に電気メッキ層16bとなる電気ニッケルメッキ層が形成される。電気メッキを行う前に予め希塩酸もしくは希硫酸に数分浸漬する活性化処理を行うと、無電解メッキ層16aと強固に密着し、ひいては圧電材料11及び内部電極12とも強固に連結され、かつ形状の安定した導電性凸部16が一層おきに形成される。

【0021】そして、図4(a)に示すように、電着塗装法等により、導電性凸部16が形成されている内部電極12は、導電性凸部16の表面に、導電性凸部16が形成されていない内部電極12は、その端部にそれぞれ樹脂成分41を電着させた後、約150℃で焼き付けると、樹脂成分41が硬化する過程で流動性を持つため、図4(b)に示すように平坦化され、絶縁層18が形成される。

【0022】次に、焼結体21と別に、図5に示すような導電性粒子17を含み、熱圧着が可能で加圧部分のみ一方向への導電性を持つ異方性導電膜13と外部電極となる銅箔15とを貼り合わせたものを用意し、導電性凸部16が形成された焼結体21の側面24に導電性凸部16全体にかかるような長さで仮止めする。そして、120℃程度に熱した一对の平面状の加圧用治具(図示せず)で挟み、数kgの荷重をかけて熱圧着すると、図1に示すように、異方性導電膜13は導電性凸部16と対向した部分のみが他の部分よりも高い圧力で部分的に加圧されるため、その高い圧力で加圧された部分の導電性粒子17が絶縁層18を突き破り導電性凸部16と接触する。その結果、外部電極である銅箔15が異方性導電膜13を介して導電性凸部16、ひいては内部電極12と一層おきに電気的に接続される。

【0023】一方、導電性凸部16が形成された側面24とは反対側の側面25に対しても、一層ずらして同様の処理を行う。

【0024】このようにして、互いに反対側の側面で層をずらして一層おきの内部電極12と銅箔15とを電気的に接続した焼結体21は、所定の寸法に切断された後、銅箔15の一部に電力供給用のリード線を取り付け、樹脂外装及び分極処理を施して完成品となる。

【0025】尚、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、その主旨を逸脱しない限り種々の変更を

加えることができる。例えば、ニッケルメッキの代わりにクロムメッキや銅メッキを用いてもよく、また、銅箔の代わりに導電性テープ等を用いててもよい。

## 【0026】

【発明の効果】以上説明したことから明かにように、本発明の積層型圧電素子は、導電性凸部を、内部電極に接続される無電解メッキ層と、その無電解メッキ層の上に施される電気メッキ層により構成しているので、電気化学的な密着力に優れ、且つ形状の安定した導電性凸部を形成することができ、その結果、素子加工時の導電性凸部の剥離や密着不良が防止できると共に、内部電極と外部電極との電気的接続が確実となり、導通不良や絶縁不良を防止することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の積層型圧電素子の断面図である。

【図2】積層焼結体の一部を示す斜視図である。

【図3】積層焼結体の側面に無電解メッキ層及び導電性

凸部を形成する工程を示す図である。

【図4】導電性凸部が形成された積層焼結体上に絶縁層を形成する工程を示す図である。

【図5】異方性導電膜と外部電極となる銅箔とを貼り合わせた状態を示す図である。

【図6】従来の積層型圧電素子の製造方法を示す図である。

【図7】従来の積層型圧電素子の製造工程を示す図である。

## 【符号の説明】

1 1 圧電材料

1 2 内部電極

1 3 異方性導電膜

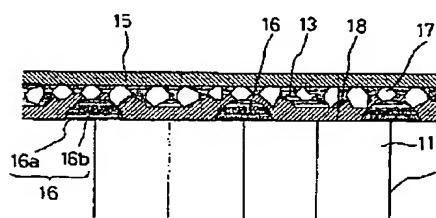
1 5 銅箔（外部電極）

1 6 導電性凸部

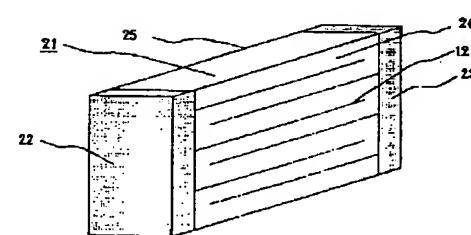
1 6 a 無電解メッキ層

1 6 b 電気メッキ層

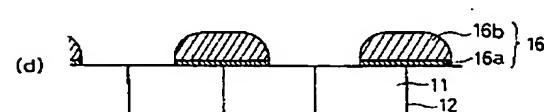
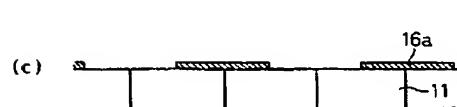
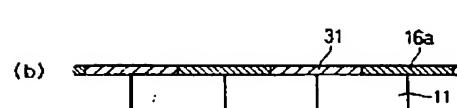
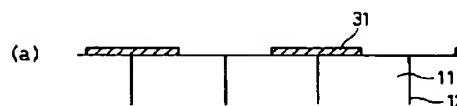
【図1】



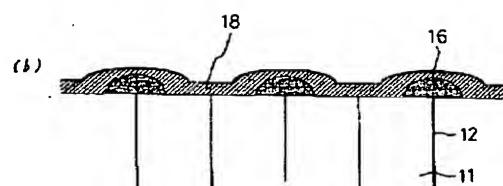
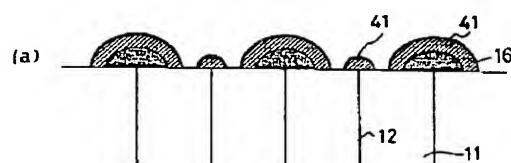
【図2】



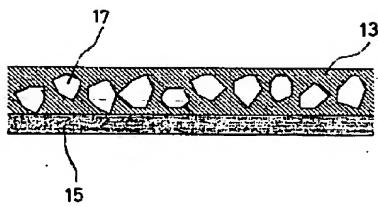
【図3】



【図4】

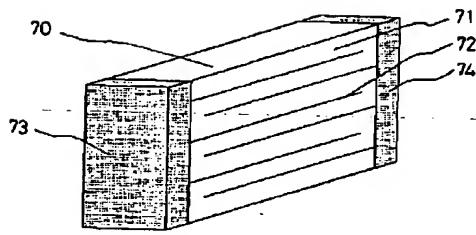


【図5】

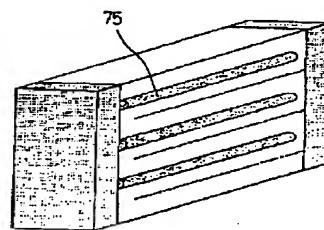


(a)

【図6】



(b)



【図7】

